
二维可重构器件成功“瘦身”数字和类脑电路

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10250.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

二维可重构器件成功“瘦身”数字和类脑电路。6月29日，南京大学物理学院教授缪峰团队在《自然—电子学》上发表文章，介绍其在可重构电子技术领域取得的重要进展。

缪峰告诉《中国科学报》，他们利用二维层状半导体材料二硒化钨的双极性场效应特性和可变的漏端电压极性，设计出电场可调的二维同质结器件，从而在器件层面实现可重构的多种电流开关特性。再通过对器件进行集成，分别实现了功能可重构的逻辑和类脑电路。与实现同样功能的传统电路相比，该技术所需晶体管数量大大减少，成功实现瘦身，为未来可重构数字和类脑混合电路芯片的设计提供了一种全新的思路。

随着人工智能、物联网、边缘计算等新兴电子应用产业的蓬勃发展，对信息高效处理的需求愈发迫切，能显著提高硬件资源利用率的二维可重构技术提供了可能的解决方案。

据缪峰介绍，目前主流的可重构电路是基于传统的硅基电路，其中的P型或N型场效应器件具有单一的电学特性，一旦制备成功，其场效应特性再无法通过电学操作实现动态转换。只有通过耗费大量的晶体管资源构建复杂的电路结构，才能在电路层面实现可重构的计算能力。因此，工业界和学术界亟须寻找全新的电子技术来构建能够满足未来发展需求的二维可重构电路。

缪峰团队长期专注于探索二维材料独特物理性质的产生与调控机制，以及新原理信息器件的设计与实现。于是，研究人员独辟蹊径，通过打造二维可重构器件，成功瘦身数字和类脑电路，在可重构电子技术领域取得重要进展。

研究团队设计一种具有分立栅结构的可调同质结器件（ETH），2个独立的栅极电压和1个源漏电压共同决定了器件的电流开关特性。每个电压参量具有正和负两种极性状态，根据数学上的组合原则，ETH器件总共会表现出23种电流开关状态，实现包括P型场效应晶体管、N型场效应晶体管、正偏二极管、反偏二极管等多种开关功能。研究人员发现，这类ETH器件具有的可重构电学特性，可用来设计全新的可重构功能电路。

研究团队首先将2个ETH器件进行串联，构建了一个基本逻辑单元，通过选择不同的信号输入方式，该逻辑单元可以执行基本的逻辑功能，包括逻辑非与门或门电压跟随实质蕴涵借位输出等。该逻辑单元可以作为基本级联模块来进一步设计可重构电路。在实验中，研究人员通过对3个逻辑单元进行级联（共6个ETH器件），设计和实现了一种可重构逻辑电路。通过重构信号输入方式，该电路能执行包括加法器、减法器、2：1多路选择器、D—锁存器等微处理器常用的逻辑功能。

缪峰表示，采用传统硅基互补逻辑技术，需要耗费28个晶体管才能构建出可执行加法器逻辑功能的电路。而基于ETH器件设计的可重构逻辑电路，不仅能大幅节省晶体管资源，且输出信号质量与工作频率不逊于传统硅基技术。

除了构建可重构的逻辑电路之外，研究人员还将ETH器件应用到神经形态电路方面。缪峰向记者介绍，传统硅基场效应晶体管的器件电流开关特性由单一端口（栅极电压信号）控制，难以模拟生物神经系统的多端调控特性，因此需要耗费大量的资源（超过10个晶体管）才能实现模拟生物突触功能的电路，这也在很大程度上限制了传统类脑芯片的集成密度。

在实验中，研究人员仅仅利用了3个EHT器件和一个电容元件设计了可重构的突触电路，实现了对生物突触的时间脉冲依赖可塑性功能的模拟，以及对赫布学习规则和反赫布学习规则的模拟。

通过设计电场可调的二维同质结器件，在确保器件与电路都具有可重构功能的同时，可以大幅降低电路晶体管资源的消耗。缪峰表示，这样一方面有利于芯片的小型化和提升功能密度，另一方面也能够降低芯片的整体能耗，有望为物联网、边缘计算、人工智能等应用的快速发展提供助力。（来源：中国科学报秦志伟）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41928-020-0433-9>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：缪峰等 来源：《自然—电子学》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发